

Reakcija bijele djeteline (*Trifolium repens* L.) na gnojidbu dušikom i pašno opterećenje u poluprirodnom travnjaku

Krešimir Bošnjak*, Josip Leto, Goran Perčulija,
Marina Vranić, Hrvoje Kutnjak

Centar za travnjaštvo, Zavod za specijalnu proizvodnju bilja,
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb

Prispjelo - Received: 21.04.2009.
Prihvaćeno - Accepted: 09.07.2009.

Sažetak

Smanjenje pašnog opterećenja i primjena mineralnih gnojiva mjere su održanja ili povećanja bioraznolikosti poluprirodnih travnjaka. Promjene intenziteta proizvodnje mogu utjecati na populaciju bijele djeteline u sastavu pašnjaka. Cilj ovoga rada bio je utvrditi reakciju bijele djeteline u uvjetima primjene manjih količina dušika i smanjenja zaposjednutosti pregona. Trogodišnje istraživanje provedeno je na poluprirodnom travnjaku, u uvjetima rotacijskog napasivanja ovčama. Istraživan je utjecaj gnojidbe dušikom u količinama od 35 (N_{35}), 100 (N_{100}) i 150 (N_{150}) kg N ha⁻¹ i zaposjednutosti pregona od 68 (ZP_{68}) uvjetnih grla (UG) i 119 UG ha⁻¹ (ZP_{119}) na prinos ST bijele djeteline i njezin udio u dostupnoj biljnoj masi, te učestalost i regenerativnu sposobnost bijele djeteline. Zaposjednutost pregona nije utjecala na prinos ST bijele djeteline niti na udio bijele djeteline u dostupnoj biljnoj masi. Gnojidba sa 35 kg N ha⁻¹ povećala je prinos ST bijele djeteline uz povećanje relativnog udjela prosječno 34 % i 48 % u usporedbi sa 100 kg N ha⁻¹ i 150 kg N ha⁻¹ samo u jednoj godini istraživanja. Tijekom eksperimentalnog razdoblja utvrđen je trend smanjenja broja vegetativnih vrhova, dužine vriježa i mase ST vriježa bijele djeteline. Reakcija bijele djeteline u pokazateljima regenerativne sposobnosti na zaposjednutost pregona i gnojidbu bila je različita, ovisno o dijelu vegetacijske sezone. Rezultati upućuju na to da je bijela djetelina nestabilna florna sastavnica ovakvog tipa pašnjaka. Unatoč tome, smanjenje primjene N poželjno je u cilju bolje regeneracijske sposobnosti i produktivnosti bijele djeteline.

Ključne riječi: bijela djetelina, poluprirodni travnjak, gnojidba dušikom, zaposjednutost pregona, regenerativna sposobnost

Uvod

Poluprirodni travnjaci u RH i u svijetu značajno se koriste u različitim oblicima stočarske proizvodnje temeljenima na voluminoznoj krmu. Sve veće površine takvih travnjaka stavljaju se pod različite razine zaštite u cilju očuvanja ili povećanja biološke raznolikosti. Međutim, odvijanje poljoprivredne djelatnosti na tim površinama nužno je bez obzira

na kojoj se razini bioraznolikost želi zaštititi (CEQ, 1993.). Ekstenzifikacija poljoprivredne proizvodnje u posljednje se vrijeme predlaže kao model u cilju zaštite bioraznolikosti, a obuhvaća smanjenje pašnog opterećenja i primljenog N na travnjacima (Marriot i sur., 2004.).

Održavanje razine opskrbljenosti tla biljnim hranjivima, ponajviše dušikom, jedan je od glavnih čimbenika o kojem ovisi produktivnost sijanih (Da-

*Dopisni autor/Corresponding author: Tel./Phone: +385 1 239 4027; E-mail: kbošnjak@agr.hr

vies i sur., 2002.) i poluprirodnih travnjaka (Štafa i Magdić 1983.; Smith i sur., 2000.). Vrlo je dobro poznata činjenica da primjena mineralnog N povećava produktivnost travnjaka, uza značajan utjecaj na hranidbenu vrijednost biljne mase (Whitehead, 1995.).

S druge strane, sposobnost mahunarki da osiguraju dovoljnu količinu N za formiranje visokih prinosa ST poznata je u različitim sustavima proizvodnje voluminozne krme (Sleugh i sur., 2000.; Uher i sur., 2007.) koji se mogu primijeniti od proizvodnje mlijeka do manje intenzivnih oblika stočarske proizvodnje. Mogućnost simbiotskog vezanja N, kao i visoka vrijednost bijele djeteline u hranidbi stoke (Davies i sur., 1989.), čini je poželjnom sastavnicom pašnjaka. Istraživanja na sijanim travnjacima upućuju na ekološke ali i ekonomske prednosti oslanjanja na bijelu djetelinu (vander Voet i sur., 1996.; Maxwell i sur., 1998.).

Poluprirodni travnjaci definirani su kao zajednice travnih vrsta i dvosupnica, s drvenastim vrstama ili bez drvenastih vrsta, nastale poljoprivrednim postupcima koji uključuju i neredovitu primjenu mineralnih gnojiva, herbicida ili kultivaciju (Crofts i Jefferson, 1994.). Bijela djetelina prirodno dolazi u zajednicama sveze *Arrhenatherion* (Šoštarić-Pisačić i Kovačević, 1968.), s prosječnim udjelom u pašnjacima od 9,56 % (Šoštarić-Pisačić, 1967.).

Dok je reakcija bijele djeteline na gnojidbu N poznata u sijanim travnjacima, manje je poznata produktivnost i regenerativna sposobnost bijele djeteline u poluprirodnom travnjaku pod utjecajem pašnog opterećenja i gnojidbe dušikom. Iz takvih istraživanja moguće je dobiti odgovore na pitanja o posljedicama primjene ekstenzivnih mjera gospodarenja pašnjakom koje bi mogle biti temelj za razvoj novih modela gospodarenja poluprirodnim travnjacima, povezujući ciljeve očuvanja bioraznolikosti i prihvatljivih oblika poljoprivredne djelatnosti.

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi razlike u reakciji bijele djeteline na primjenu ekstenzivnih i intenzivnih mjera gospodarenja poluprirodnim pašnjakom.

Materijal i metode

Trogođišnje istraživanje (2002. - 2004.) provedeno je na pokusnoj površini Centra za travnjaštvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu (638 m nadmor-

ske visine, 45°55' S, 15°58' I), na poluprirodnom travnjaku zajednice *Arrhenatheretum medioeuropaeum* (Br-BI-1919). Tlo pokusne površine ubraja se u skupinu smeđih kiselih tala, po teksturi je ilovača. Analizom tla prije početka eksperimenta utvrđen je pH (nKCl) 4,2, uz 69 mg kg⁻¹ P₂O₅, 320 mg kg⁻¹ K₂O uz 4,3% humusa. Istraživan je utjecaj gnojidbe dušikom u količinama od 35 (N₃₅), 100 (N₁₀₀) i 150 (N₁₅₀) kg ha⁻¹ god⁻¹ N i zaposjednutosti pregonu od 68 (ZP₆₈) i 119 (ZP₁₁₉) uvjetnih grla (UG) ha⁻¹ na prinos suhe tvari (ST) bijele djeteline, relativan udio bijele djeteline u dostupnoj masi, te učestalost i regenerativnu sposobnost bijele djeteline.

Kod svih gnojidbenih tretmana, gnojidba fosforom i kalijem te dio N gnojidbe obavljeni su svake godine prije kretanja vegetacije, primjenom 500 kg ha⁻¹ kompleksnoga gnojiva NPK 7:20:30, čime je dana ukupna godišnja količina N za tretman N₃₅. Ostatak N kod tretmana N₁₀₀ i N₁₅₀ bio je dodan primjenom KAN-a (27% N) u tri jednake aplikacije, nakon prvih triju turnusa napasivanja u svakoj godini istraživanja. Eksperimentalna površina bila je rotacijski napasivana ovcima pasmine Charolais u dobi od tri godine, prosječne mase 70 kg. Početak napasivanja bio je kod prosječne visine tratine od 13 do 15 cm, dok je ciljana visina tratine nakon završetka turnusa napasivanja iznosila 5 cm na pregonima više zaposjednutosti, pri čemu je turnus trajao maksimalno 24 sata. Datumi turnusa napasivanja u pojedinim godinama istraživanja prikazani su u tablici 1.

Reakcija bijele djeteline praćena je kroz pokazatelje (i) prinosa ST bijele djeteline, (ii) udjela bijele djeteline u dostupnoj masi, (iii) učestalosti bijele djeteline, (iv) broja vegetativnih vrhova, (v) dužine vriježa i (vi) mase ST vriježa bijele djeteline. Pokazatelji regenerativne sposobnosti bijele djeteline (iv, v, vi) utvrđivani su neposredno uoči početka svake pašne sezone u proljeće te na kraju svake pašne sezone ujesen, uzimanjem 5 kružnih isječaka tratine po podparceli, promjera 10 cm i dubine 5 cm. Nakon odvajanja vriježa bijele djeteline utvrđen je broj aktivnih vegetativnih vrhova po jedinici površine (broj vrhova m⁻²) i dužina vriježa djeteline (m m⁻²). Masa ST vriježa utvrđena je vaganjem vriježa nakon sušenja u sušioniku na temperaturi od 60 °C tijekom 48 sati.

Učestalost bijele djeteline bila je utvrđivana dvaput godišnje, na početku i na kraju svake sezone napasivanja, na tri slučajno odabrana mjesta na svakoj

Tablica 1: Datumi turnusa napasivanja tijekom eksperimentalnog razdoblja 2002.-2004. godine

Table 1: The starting dates of each rotation during experimental period 2002-2004

| Turnusi napasivanja/Graze rotation | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Godina | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. |
| 2002. | 23.5. | 11.6. | 1.7. | 1.8. | 2.9. | - | - |
| 2003. | 5.5. | 29.5. | 28.7. | - | - | - | - |
| 2004. | 28.4. | 17.5 | 31.5. | 23.6. | 15.7. | 2.8. | 16.8. |

podparceli, upotrebom kvadrata dimenzija 1m×1m, podijeljenog žicom na 100 jednakih sekcija površine 0,01 m².

Prinos ST bijele djeteline utvrđivan je neposredno prije svakog turnusa napasivanja, košnjom na visinu od 5 cm i vaganjem biljne mase sa 3 slučajno odabrana mjesta po podparceli, upotrebom okvira površine 0,3 m². Za košnju su korištene ručne škare. Od svakog uzorka zelene mase uzet je poduzorak od 0,1 kg, iz kojeg je izdvojena bijela djetelina. Nakon sušenja u sušioniku na temperaturi od 60 °C do konstantne mase, utvrđen je prinos ST bijele djeteline i njezin udio u dostupnoj masi.

Pokus je bio postavljen prema split-plot rasporedu sa zaposjednutošću pregona kao glavnim faktorom i N gnojdbom kao podfaktorom, u četiri ponavljanja. Ukupna pokusna površina (660 m²) podijeljena je u osam jednakih glavnih parcela - pregona površine 82,5 m², ovisno o razinama glavnog faktora. Svaki pregon bio je podijeljen u tri pojasa (podparcele) površine 27,5 m² (2,5 m×11 m), ovisno o razinama dušične gnojidbe.

Rezultati su obrađeni analizom varijance, u statističkom programu SAS, koristeći MIXED proceduru (SAS Institut, 1999). Analiza varijance rađena je prema modelu split-plot ponovljen u vremenu i prostoru (Steel i Torrie, 1980.) s ciljem analize utjecaja vegetacijske sezone na prinos ST bijele djeteline i udio u dostupnoj masi, te utjecaja dijela vegetacijske sezone (proljeće ili jesen) na pokazatelje populacije bijele djeteline.

Vremenski pokazatelji

Prosječna godišnja temperatura zraka u 2002. godini iznosila je 7,9 °C, (1,3 °C toplije od višegodišnjeg prosjeka), uz godišnju količinu oborina od 1251,2 mm (+20,2 mm). Srednja godišnja tempe-

ratura zraka za 2003. godinu iznosila je 7,6 °C. Ukupna količina oborina izmjerena u 2003. godini bila je 889,5 mm oborina. U 2004. godini srednja godišnja temperatura zraka iznosila je 6,6 °C, s godišnjom količinom oborina od 1283,5 mm.

Rezultati

Prinos i udio bijele djeteline u dostupnoj masi

Vegetacijska sezona značajno je utjecala na prinos ST bijele djeteline i relativan udio u dostupnoj biljnoj masi (tablica 2). Prosječni prinosi ST bijele djeteline iznosili su 939,3 kg ST ha⁻¹ s udjelom u dostupnoj masi od 10,8 % u 2002. godini, 67,8 kg ST ha⁻¹ s udjelom od 1,4 % u 2003. godini i 111,5 kg ST ha⁻¹ u 2003. godini uz relativan udio od 1,2 % (P<0,01).

Zaposjednutost pregona nije utjecala na prinos ST bijele djeteline niti na udio bijele djeteline u dostupnoj biljnoj masi. Tako je kod ZP₆₈ utvrđeno 362,4 kg ST ha⁻¹ bijele djeteline s udjelom u ST od 4,1 %, dok je kod ZP₁₁₉ prinos ST iznosio 384,4 kg ha⁻¹, uz udio od 4,8 %.

Gnojdba sa 35 kg N ha⁻¹ povećala je prinos ST bijele djeteline prosječno 34 % u usporedbi s primjenom 100 kg N ha⁻¹ i 41 % u usporedbi s primjenom 150 kg N ha⁻¹ (P<0,05). Međutim, signifikantnost interakcije gnojdba×godina upućuje na različit utjecaj gnojidbe u pojedinim vegetacijskim sezonama. Tako je utjecaj gnojidbe N na prinos ST bijele djeteline i njezin udio u dostupnoj masi utvrđen samo u 2002. godini (tablica 2), kada je gnojdba sa 35 kg N ha⁻¹ povećala prinos ST bijele djeteline 31 % u usporedbi sa 100 kg N ha⁻¹ i 37 % u usporedbi s gnojidbom od 150 kg N ha⁻¹. Povećanje relativnog udjela bijele djeteline u dostupnoj masi kod primjene 35 kg N ha⁻¹ u 2002. godini iznosilo je prosječno 48 % u usporedbi s primjenom 100 i 150 kg ha⁻¹.

Tablica 2: Prinos ST bijele djeteline i udio bijele djeteline u dostupnoj masi u vegetacijskim sezonama 2002.-2004. godine kao reakcija na N gnojidbu

Table 2: White clover DM yield and white clover content in available herbage during experimental period (2002-2004) as affected by N fertilization

| Godina Year | Gnojidba N N Fertilizing | Prinos ST bijele djeteline White clover DM yield | Udio bijele djeteline u ST dostupne mase White clover content in available herbage DM |
|----------------|-----------------------------|---|--|
| | | kg ha ⁻¹ | % |
| 2002. | N ₃₅ | 1130,8 | 13,8 |
| | N ₁₀₀ | 865,3 | 9,8 |
| | N ₁₅₀ | 821,7 | 8,8 |
| 2003. | N ₃₅ | 87,3 | 1,9 |
| | N ₁₀₀ | 60,6 | 1,2 |
| | N ₁₅₀ | 55,5 | 1,1 |
| 2004. | N ₃₅ | 147,6 | 1,7 |
| | N ₁₀₀ | 93,7 | 0,9 |
| | N ₁₅₀ | 93,3 | 0,8 |
| | LSD (0,01)† | 192,6 | 2,6 |
| | LSD (0,01) ‡ | 210,4 | 2,7 |

†LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti unutar iste godine/LSD for means within year comparison

‡LSD za usporedbu prosječnih vrijednosti unutar iste gnojidbe/LSD for means within N treatment comparison

Tablica 3: Prosječne vrijednosti učestalosti bijele djeteline, broja vegetativnih vrhova, dužine mase ST vriježa, te standardne pogreške srednje vrijednosti (s.e.m.) po repeticijskim periodima prije početka pokusa, proljeće 2002. godine

Table 3: White clover frequency, growing point number, stolon length and DM weight, replicate means and standard errors (s.e.m.) measured in April, 2002

| | Učestalost bijele djeteline White clover frequency | | Broj vegetativnih vrhova Growing point number | | Dužina vriježa Stolon length | | Masa ST vriježa Stolon DM weight | |
|-------------------------|---|-------|--|-------|---------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| | % | | m ⁻² | | m m ⁻² | | g m ⁻² | |
| Repeticija Replicate | Prosjeak Average | s.e.m | Prosjeak Average | s.e.m | Prosjeak Average | s.e.m | Prosjeak Average | s.e.m |
| 1 | 81,8 | 3,5 | 2517,7 | 428,7 | 57,8 | 8,6 | 37,2 | 4,6 |
| 2 | 82,8 | 5,9 | 1806,6 | 432,8 | 44,2 | 9,7 | 28,4 | 6,4 |
| 3 | 92,8 | 1,9 | 2739,6 | 316,2 | 66,3 | 4,8 | 42,4 | 4,1 |
| 4 | 85,3 | 5,9 | 2290,1 | 276,5 | 42,2 | 6,3 | 28,0 | 3,8 |

*Učestalost i regenerativna sposobnost
bijele djeteline*

Neposredno prije početka pokusa prosječne vrijednosti pokazatelja populacije bijele djeteline nisu se razlikovale između repeticija (tablica 2).

Prosječna učestalost bijele djeteline utvrđena u proljeće 2002. godine iznosila je 85,7 %, uz prosje-

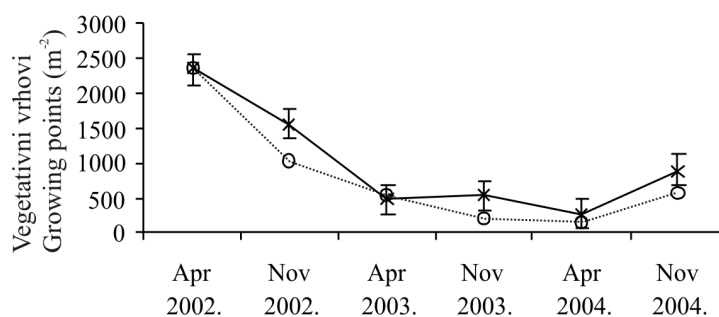
čan broj vegetativnih vrhova od 2338,5 vrhova m⁻², dužinu vriježa od 52,6 m m⁻² i masu ST vriježa od 34 g m⁻².

Zaposjednutost preгона nije utjecala na učestalost bijele djeteline, koja je prosječno u svim razdobljima pokusa iznosila 43,4 %.

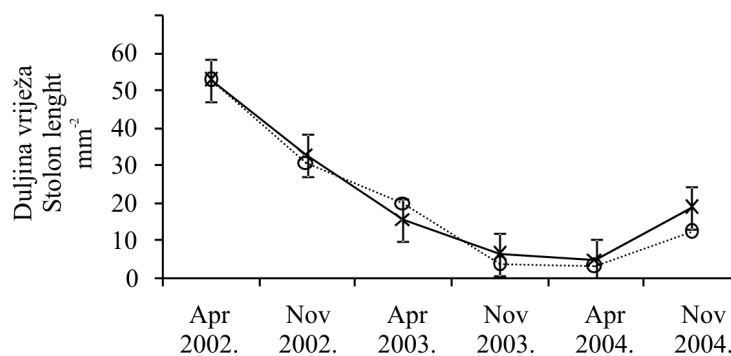
Grafikon 1: (a) Prosječan broj vegetativnih vrhova bijele djeteline (m^{-2}); (b) prosječna dužina vriježa (m m^{-2}) i (c) prosječna masa ST vriježa u proljeće (Apr) i jesen (Nov) svake vegetacijske sezone za dvije razine zaposjednutosti preгона (— \times ZP_{119} ; ... \circ ZP_{68}). Barovi (LSD 0,01) vrijede za usporedbu unutar perioda

Figure 1: (a) Mean clover growing points (m^{-2}); (b) mean clover stolon length (m m^{-2}) and (c) mean stolon DM weight (g m^{-2}) in spring (Apr) and autumn (Nov) of each vegetation season at two levels of stocking density (— \times ZP_{119} ; ... \circ ZP_{68}). Error bars were used (LSD 0,01) for comparison of means within a part of vegetation season

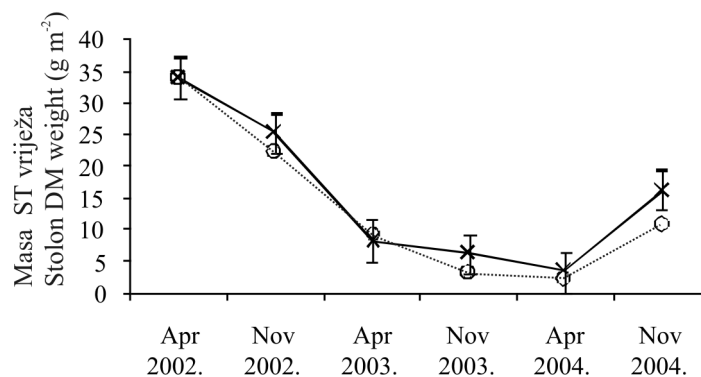
a)



b)



c)



Utvrđene su razlike između prosječnih vrijednosti učestalosti bijele djeteline utvrđenih u pojedinim dijelovima vegetacijske sezone. Tako je potkraj 2003. godine utvrđena učestalost od 23 %, što je gotovo 62 % manje u usporedbi s početkom 2003. godine (60,3 %) i 66 % u usporedbi s krajem 2002. godine, kada je prosječna učestalost iznosila 67 % ($P < 0,01$). Trend smanjenja učestalosti nastavljen je i početkom 2004. godine (14,8 %), nakon čega je utvrđeno višestruko povećanje učestalosti potkraj 2004. godine (51,8 %).

Gnojidba je značajno utjecala na učestalost bijele djeteline u svim godinama i kod obje razine zaposjednutosti pregona. Najveća učestalost bijele djeteline utvrđena je kod primjene 35 (49,6 %) i 150 (44,9 %) kg N ha^{-1} ($P > 0,05$), dok je kod gnojidbe sa 100 kg N ha^{-1} utvrđena učestalost od 35,6 % ($P < 0,05$).

Iako je smanjenje zaposjednutosti pregona prosječno tijekom cijeloga eksperimentalnog razdoblja rezultiralo 33 %-tnim smanjenjem broja vegetativnih vrhova, takav utjecaj zaposjednutosti pregona nije bio utvrđen u svim dijelovima pokusnog razdoblja (grafikon 1a). Tako je smanjenje broja vrhova kod niže razine zaposjednutosti pregona utvrđeno u svim mjeranjima na kraju vegetacijske sezone u rasponu od 34 % i 35 % na kraju 2002. i 2004. godine do 61 % potkraj vegetacije 2003. godine.

Na kraju 2002. godine utvrđeno je 1280,7 vegetativnih vrhova, prosječno kod svih triju razina gnojidbe, što u usporedbi s početnim stanjem iznosi 55 %-tno smanjenje, dok su na kraju pokusa (jesen 2004.) utvrđena prosječno 738,2 pupa m^{-2} . Signifikantnost interakcije gnojidba \times dio vegetacijske sezone upućuje na to da je reakcija u broju vegetativnih vrhova na N gnojdbu bila različita ovisno o dijelu vegetacijske sezone. Tako je potkraj 2002. godine primjena 35 kg N ha^{-1} rezultirala 70 % većim brojem vegetativnih vrhova u usporedbi sa 100 kg N ha^{-1} i više nego dvostrukim povećanjem broja vegetativnih vrhova u usporedbi sa 150 kg N ha^{-1} (grafikon 2). Potkraj 2003. godine signifikantno najmanji broj vegetativnih vrhova utvrđen je kod primjene 100 kg N ha^{-1} , dok je u mjeranjima u ostalim dijelovima vegetacijske sezone reakcija na N gnojdbu u broju vegetativnih vrhova izostala.

Prosječna dužina vriježa utvrđena ujesen 2003. godine bila je 15,5 m m^{-2} , što je 70 % manje u uspo-

redbi s dužinom vriježa na početku pokusa i 51,4 % manje u usporedbi s krajem vegetacije 2002. godine.

Utjecaj zaposjednutosti pregona na dužinu vriježa utvrđen je samo u proljeće 2003. godine, kada je kod niže zaposjednutosti pregona utvrđeno 27 %-tno povećanje dužine vriježa ($P < 0,05$), za razliku od kraja vegetacije 2003. godine kada je smanjenje zaposjednutosti pregona rezultiralo 36 % manjom ($P < 0,01$) dužinom vriježa bijele djeteline (grafikon 1b).

Reakcija bijele djeteline u dužini vriježa na gnojdbu N bila je različita ovisno o dijelu vegetacijske sezone (grafikon 2a). Tako je reakcija na gnojdbu izostala ujesen 2003. i u proljeće 2004. godine, dok je povećanje dužine vriježa kod izostavljanja primjene N tijekom vegetacije u usporedbi s primjenom 100 i 150 kg N ha^{-1} iznosilo više od 60 % u proljeće 2003. do višestrukog povećanja ujesen 2002. godine.

Utjecaj zaposjednutosti pregona na masu ST vriježa bijele djeteline razlikovao se ovisno o količini primijenjenoga N. Tako je utjecaj zaposjednutosti pregona kod gnojidbe sa 150 (12,1 g m^{-2}) i 100 kg N ha^{-1} (10,1 g m^{-2}) bio sličan, pri čemu je smanjenje zaposjednutosti rezultiralo padom mase ST vriježa 41,5% ($P < 0,05$) prosječno za obje razine gnojidbe. Međutim, utjecaj zaposjednutosti pregona nije utvrđen kod primjene 35 kg N ha^{-1} ($P > 0,05$).

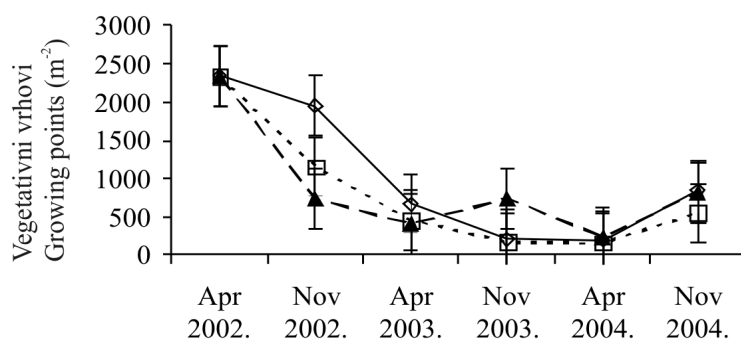
Signifikantnost interakcije zaposjednutost pregona \times dio vegetacijske sezone za masu ST vriježa proizlazi iz činjenice da je utjecaj zaposjednutosti pregona na masu ST vriježa utvrđen u svim mjeranjima na kraju vegetacijske sezone (grafikon 1c), dok je u mjeranjima početkom vegetacije taj utjecaj izostajao.

Utvrđen je značajan utjecaj gnojidbe N na masu ST vriježa bijele djeteline. Tako je najveća prosječna masa ST vriježa ($P < 0,01$) utvrđena kod primjene 35 kg N ha^{-1} (14,6 g m^{-2}), u usporedbi sa N_{100} (8,0 g m^{-2}) i N_{150} (9,6 g m^{-2}). Signifikantnost interakcije gnojdbu \times zaposjednutost pregona upućuje na to da je reakcija mase ST vriježa bijele djeteline na gnojdbu bila različita ovisno o zaposjednutosti pregona. Tako je kod niske zaposjednutosti pregona masa ST vriježa kod gnojidbe 35 kg N ha^{-1} (15,5 g m^{-2}) bila više nego dvostruko veća u usporedbi s primjenom 100 i 150 kg N ha^{-1} kod kojih je utvrđena prosječna masa ST od 6,5 g m^{-2} ($P < 0,01$). Kod visoke zaposjednutosti pregona reakcija na gnojdbu nije utvrđena.

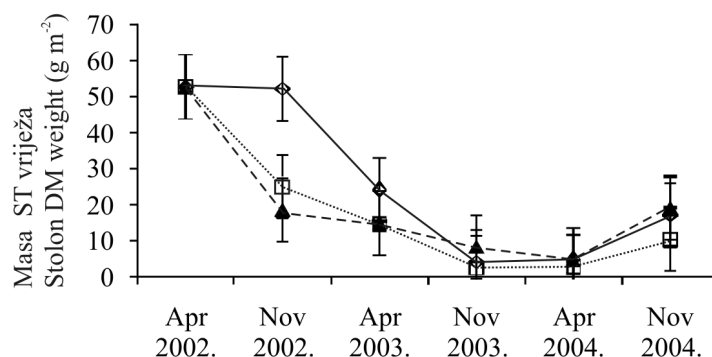
Grafikon 2: (a) Prosječan broj vegetativnih vrhova bijele djeteline (m^{-2}); (b) prosječna dužina vriježa (m m^{-2}) i (c) prosječna masa ST vriježa u proljeće (Apr) i jesen (Nov) svake vegetacijske sezone za tri razine gnojidbe dušikom (—◇ N_{35} ; ...□ N_{100} ; ---▲ N_{150}). Barovi (LSD 0,01) vrijede za usporedbu unutar perioda.

Figure 2: (a) Mean clover growing points (m^{-2}); (b) mean clover stolon length (m m^{-2}) and (c) mean stolon DM weight (g m^{-2}) in spring (Apr) and autumn (Nov) of each vegetation season parts at three levels of N applied (—◇ N_{35} ; ...□ N_{100} ; ---▲ N_{150}). Error bars were used (LSD 0,01) for comparison of means within a part of vegetation season.

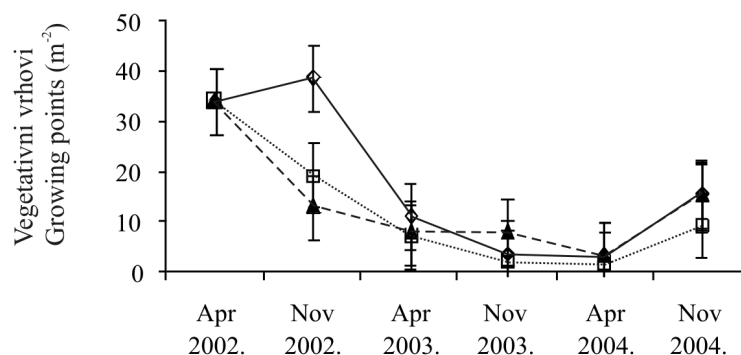
a)



b)



c)



Utvrđen je pad mase ST vriježa tijekom trajanja pokusa, koji je bio sličan na obje razine zaposjednutosti pregona (grafikon 1c). Tako je u usporedbi s početnim stanjem ujesen 2002. godine utvrđeno prosječno smanjenje od 30 %, dok je to smanjenje na kraju pokusa iznosilo 60 % u odnosu na početno stanje. Prosječne vrijednosti mase ST vriježa utvrđene u pojedinim dijelovima vegetacijske sezone razlikovale su se kao reakcija na primijenjeni N (grafikon 2c). Tako je kod primjene 150 kg N ha⁻¹ prosječna masa ST vriježa na kraju pokusa bila 18 % veća u usporedbi s krajem 2002. godine, dok je kod primjene 35 i 100 kg N ha utvrđeno smanjenje mase ST vriježa od 60 i 52 %.

Rasprava

Nepostojanje signifikantnih razlika između repeticija u učestalosti i pokazateljima regenerativne sposobnosti bijele djeteline prije početka eksperimenta upućuje na ujednačenost tratine s obzirom na navedene pokazatelje. Štoviše, razlike utvrđene u kasnijim fazama pokusa mogu se pripisati utjecaju pokusnih tretmana.

Vremenske prilike pokazale su se kao dominantan čimbenik koji uvjetuje reakciju bijele djeteline u travnjaku ovakvog tipa. U ovom istraživanju utvrđeno je smanjenje prosječnih vrijednosti pokazatelja produktivnosti, udjela i regenerativne sposobnosti bijele djeteline u dostupnoj masi u odnosu na početno stanje već tijekom 2002. godine. Vrijednosti svih pokazatelja regenerativne sposobnosti bile su znatno reducirane tijekom zime 2002./2003. godine, uz nastavak pada i tijekom vegetacijske sezone 2003. Sezonske razlike u udjelu bijele djeteline u tratini unutar vegetacije utvrđene su u radovima više autora (Frame i Newbould, 1986.; Marriott, 1988.; Woledge, 1988.; Parsons i sur., 1991.). Prvotno Hay i sur., (1987.) uzrok pada dužine vriježa tijekom zime nalaze u fragmentaciji dužih vriježa u veći broj vriježa manje dužine, kao posljedice tehnoloških pogrešaka u upravljanu pašnjakom. Brock i Caradus (1995.) kao uzroke navode kombinaciju suše i rotacijskog napasivanja. Objašnjavajući cikličke promjene u morfologiji vriježa bijele djeteline, Fothergill i sur., (1997.) preciziraju da se fragmentacija događa na prijelazu zime u proljeće povezujući to s nedostatnim pričuvama hranjivih tvari u biljci tijekom tog razdoblja, čime su potvrdili rezultate Haya

i sur., (1989.) kako je bijela djetelina naročito osjetljiva na stres u proljeće.

Za razliku od rezultata Sibbalda i sur., (2002.), u ovom je istraživanju utvrđeno smanjenje vrijednosti pokazatelja regenerativne sposobnosti i udjela bijele djeteline tijekom eksperimentalnog razdoblja. Posljedica je to ponajprije nedostatka oborina tijekom vegetacijske sezone 2003. godine, koja je počela vrlo rano u proljeće i nastavila se tijekom cijele godine. Slično tome, Fothergilla i sur. (1997.) upozoravaju na to da jednom kada veličina biljke bijele djeteline dostigne minimum, što je u ovom istraživanju predstavljeno smanjenjem dužine vriježa u razdoblju zima 2002. - proljeće 2003. godine, odumiranje biljke moguće je i u kasno ljetu ili ranu jesen, to više što je stres vlage bio prisutan tijekom cijelog ljeta.

Iako utjecaj gnojidbe N na broj vegetativnih vrhova i dužinu vriježa bijele djeteline nije bio konzistentan u svim razdobljima mjerenja, generalni trend povećanja vrijednosti pokazatelja regenerativne sposobnosti bijele djeteline sa smanjenjem količine primijenjenog N utvrđen u ovom istraživanju uzrokovao je veći prinos ST i udio bijele djeteline u dostupnoj masi sa smanjenjem količine N. Ovakvi rezultati još jednom upozoravaju na negativan utjecaj primjene većih količina mineralnog N na produktivnost i održivost bijele djeteline, što je utvrđeno u brojnim prijašnjim radovima (Laidlaw i Withers, 1998.; Leto i sur., 2008.). Izostanak reakcije bijele djeteline na primijenjeni N tijekom 2003. godine vjerojatno je posljedica nedostatka oborina tijekom vegetacije, budući da efekt primjene N na travnjaku ovisi i o količini vlage u tlu (Whitehead, 1995.).

Smanjenje broja vegetativnih vrhova i prosječne mase ST vriježa sa smanjenjem zaposjednutosti pregona utvrđeno je na kraju vegetacije. Takvi rezultati u skladu su s navodima Dennisa i Woledgea (1987.), koji smatraju da produljena razdoblja nedovoljnog ispasivanja tratine tijekom ljetnog dijela vegetacijske sezone, prvenstveno zbog nižeg opterećenja pašnjaka, utječu na bijelu djetelinu najviše zbog povećanog zasjenjivanja, koje pak smanjuje gustoću vegetativnih vrhova i grananje vriježa.

Međutim, početkom vegetacije iduće godine nepostojanje razlika u broju vegetativnih vrhova i masi ST vriježa upozorava na nešto veće odumiranje vriježa tijekom zime kod više razine zaposjednutosti pregona. Visoko opterećenje koje je povoljno

djelovalo tijekom vegetacijske sezone, čini se da je tijekom zime izazvalo upravo suprotno djelovanje. To može upućivati na mogućnost da je u cilju održanja populacije bijele djeteline moguće manipulirati zaposjednutošću pregona unutar vegetacijske sezone. Slično upozorava Curll (1982.), navodeći da bijela djetelina u kontinuiranom sustavu napasivanja može profitirati kod promjene razine opterećenja tijekom vegetacije, mijenjajući od većih prema manjim razinama opterećenja. Postupno smanjenje zaposjednutosti pregona u drugom dijelu vegetacijske sezone moglo bi biti korisno u minimaliziranju gubitaka bijele djeteline tijekom zime.

Zaključci

Bijela djetelina pokazala se kao izrazito nestabilna florna sastavnica ovakvog tipa pašnjaka u navedenom načinu korištenja. U uvjetima vrlo niskog udjela bijele djeteline u tratini kakav je utvrđen u ovom pokusu, ne može se očekivati njezin veći doprinos u simbiotskom vezanju N, čak i u uvjetima smanjene N gnojidbe. Međutim, rezultati istraživanja upućuju na to da je u cilju bolje produktivnosti i održivosti bijele djeteline u navedenom tipu pašnjaka poželjno smanjiti količine N, uz održanje relativno visokih razina zaposjednutosti pašnjaka. Daljnja istraživanja trebala bi ići u smjeru dobivanja odgovora na pitanje o produktivnosti i održivosti bijele djeteline kod manipulacije pašnim opterećenjem unutar vegetacijske sezone.

*The response of white clover (*Trifolium repens* L.) to N fertilizing and stocking density in semi-natural grassland*

Summary

Reduction of stocking rates and fertilizer inputs are recommended for maintaining or enhancing biodiversity of semi-natural habitats. White clover population could be affected by changes in grassland production intensity. The aim of the present study was to investigate the white clover response on N application and stocking density. Three-year experiment was carried out on semi-natural grassland that was rotationally grazed with sheep. Three levels of N fertilizer were applied: 35, 100 and 150 kg N ha⁻¹ (N₃₅, N₁₀₀ and N₁₅₀, respectively) and two levels of stocking density were managed: 68 and 119 animal

units ha⁻¹ (ZP₆₈ and ZP₁₁₉, respectively) to investigate their effect on white clover dry matter (DM) yield, white clover content, frequency and regenerative ability. White clover DM yield and its content in the sward was not affected by the stocking density. The white clover content decreased during the experiment. The effect of N application on regenerative ability parameters was not constant and depends on the part of the vegetation season. These results indicate that the white clover is an unstable floristic component in the type of grassland investigated under applied management practice. However, reduction in N inputs is necessary to improve performance and the regenerative ability of the white clover.

Key words: white clover, semi-natural grassland, N fertilizing, stocking density, regenerative ability

Literatura

1. Brock, J.L., Caradus, J.R. (1995): Influence of drainage management and drought on white clover population performance and genotypic frequency. U: Woodford D.R. (Ur.) White Clover: New Zealand's Competitive Edge. Agronomy Society of New Zealand, Special Publication 11, *Grassland Research and Practice* 6, 79-82.
2. CEQ (Council on Environmental Quality) (1993): Incorporating biodiversity considerations into environmental impact analysis under the national environmental policy act., *US Government Printing Office*, Washington, DC.
3. Crofts, A., Jefferson, R.G. (1994): The Lowland Grassland Management Handbook. Peterborough: *English Nature/The Wildlife Trusts*.
4. Curll, M.L. (1982): The grass and clover content of pastures grazed by sheep. *Herbage Abstracts* 52, 403-411.
5. Davies, D.A., Morgan, C.T., Fothergill, M. (2002): Effect of nutrient input on the sustainability of sward composition and animal productivity. U: Fisher, G., Frankow-Lindberg, B. (Ur.) *Lowland grasslands of Europe: utilisation and development*, REU Technical Series No. 64, 93-96.
6. Davies, D.A., Fothergill, M., Jones D. (1989): Assessment of contrasting perennial ryegrasses, with and without white clover, under continuous sheep stocking in the uplands. 2. The value of white clover for lamb production. *Grass and Forage Science* 44, 441-450.
7. Davies, D.A., Evans, M.E. (1990): Effects of spring defoliation and fertilizer nitrogen on the growth of white clover in ryegrass/clover swards. *Grass and Forage Science* 45, 345-356.
8. Dennis, W.D., Woledge, J. (1985): The effect of nitrogenous fertilizer on the photosynthesis and growth of white clover/perennial ryegrass swards. *Annals of Botany* 55, 171-178.

9. Dennis W.D., Woledge J. (1987): The effect of nitrogen in spring on shoot number and leaf area of white clover in mixtures. *Grass and Forage Science* 42, 265-269.
10. Fisher, A., Wilman, D. (1995): Effect of interval between harvests and spring-applied fertilizer N on the growth of white clover in a mixed sward. *Grass and Forage Science* 50, 162-171.
11. Fothergill, M., Davies, D.A., Daniel, G.J. (1997): Morphological dynamics and seedling recruitment in young swards of three contrasting cultivars of white clover (*Trifolium repens*) under continuous stocking with sheep. *Journal of Agricultural Science* 128, 163-172.
12. Frame, J., Newbould, P. (1986): Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy* 40, 1-88.
13. Hay, M.J.M., Chapman, D.F., Hay, R.J.M., Pennel, S.C.L., Woods, P.W. i Fletcher, R.H. (1987): Seasonal variation in vertical distribution of white clover stolons in grazed swards. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 30, 1-8.
14. Hay, M.J.M., Brock, J.L., Thomas V. J. (1989): Characteristics of individual white clover plants in grazed swards. In *Proceedings of the 16th International Grasslands Congress, Nice*, 1051-1052.
15. Laidlaw, A.S., Withers, J.A. (1989): The effect of accumulated herbage mass in winter and spring on white clover development. U: *Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France*, Vol. II, Association Francaise pour la Production Fourragere, Versailles, 1045-1046.
16. Leto, J., Bošnjak, K., Knežević, M., Andreata-Koren, M., Perčulija, G., Vranić, M., Kutnjak, H., Gambiroža, K. (2008): Regenerativna sposobnost bijele djeteline pod utjecajem napasivanja govedima i ovcama i gnojidbe dušikom. *Mljekarstvo* 58, 341-355.
17. Marriott, C.A., Fothergill, M., Jeangros, B., Scotton, M., Louault, F. (2004): Long-term impacts of extensification of grassland management on biodiversity and productivity in upland areas. A review. *Agronomie* 24, 447-462.
18. Marriott, C.A. (1988): Seasonal variation in white clover content and nitrogen fixing (acetylene reducing) activity in a cut upland sward. *Grass and Forage Science* 43, 253-262.
19. Maxwell, T.J., Sibbald, A.R., Dalziel, A.J.I., Agnew, R.D.M. (1998): The implications of controlling sward height for the operation and productivity of upland sheep systems in the UK. 4. The effect of seasonal pattern of nitrogen fertilizer application and annual stocking rate. *Grass and Forage Science* 53, 279-286.
20. SAS Institute. (1999): The SAS System for Windows. Version 8. SAS Inst., Cary, NC.
21. Parsons, A.J., Harvey, A., Woledge J. (1991): Plant-animal interactions in continuously grazed mixture. I. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology* 28, 619-634.
22. Sibbald, A.R., Maxwell, T.J., Dalziel, A.J.I., Agnew, R.D.M. (2002): The implications of controlling grazed sward height for the operation and productivity of upland sheep systems in the UK. 5. The effect of stocking rate and reduced levels of nitrogen fertilizer, *Grass and Forage Science* 57, 33-47.
23. Sleugh, B., Moore, K.J., George, J.R., Brummer E.C. (2000): Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agronomy Journal* 92, 24-29.
24. Smith, R.S., Shiel, R.S., Millward, D., Corkhill, P. (2000): The interactive effects of management on the productivity and plant community structure of an upland meadow: an 8-year trial, *Journal of Applied Ecology* 37, 1029-1043.
25. Šoštarić-Pisačić, K. (1967): Višegodišnje kulturne Trifolium vrste. Zavod za specijalnu proizvodnju bilja Poljoprivrednog fakulteta, Zagreb, 35-48.
26. Šoštarić-Pisačić, K., Kovačević, J. (1968): Travnjačka flora i njena poljoprivredna vrijednost, Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 443 str.
27. Štafa, Z., Magdić, Ž. (1983): Utjecaj gnojidbe na promjenu botaničkog sastava, kvalitetu i produktivnost livade Arrhenatheretum elatioris Br-Bl. *Zbornik naučnih radova sa IV. jugoslavenskog simpozija o krnom bilju*, Novi Sad, 443-454.
28. Uher, D., Štafa, Z., Redžepović, S., Blažinkov, M., Sikora, S., Kaučić, D. (2007): Utjecaj gnojidbe na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška cv. Maksimirski ozimi u smjesi sa pšenicom cv. Sana. *Mljekarstvo* 57 (2), 101-117.
29. vanderVoet, E., Kleijn, R., Dehaes, H.A.U. (1996): Nitrogen pollution in the European Union - origins and proposed solutions. *Environment and Conservation* 23, 120-132.
30. Whitehead, D.C. (1995): Grassland Nitrogen. CAB International, Wallingford, UK.
31. Woledge, J. (1988): Competition between grass and clover in spring as affected by nitrogen fertiliser. *Annals of Applied Biology* 112, 175-186.